

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-156536  
(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl. H01Q 13/22  
H01P 3/12  
H01P 11/00  
H01Q 21/08

(21)Application number : 11-339218

(22)Date of filing : 30.11.1999

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

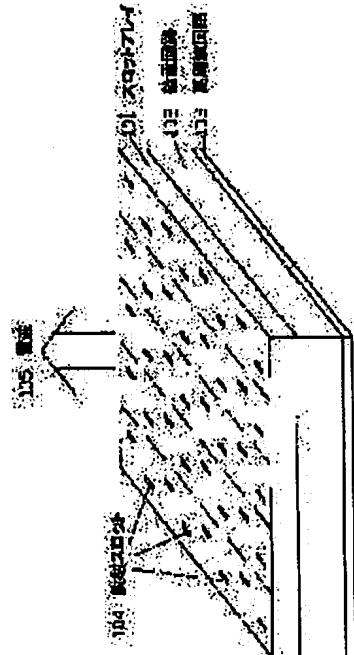
(72)Inventor : SAGAWA USHIO  
FUJITA TAKU  
TAKAHASHI KAZUAKI

## (54) SLOT ARRAY ANTENNA, MANUFACTURING METHOD OF WAVEGUIDE AND METHOD FOR FORMING CIRCUIT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a slot array antenna used for various communication units that can realize high processing accuracy and reproducibility even at a high frequency with a high efficiency and compactness where a signal processing circuit and an antenna function are integrated and to provide its manufacturing method.

**SOLUTION:** Vapor-depositing a conductor layer onto a surface of a dielectric square material obtained by cutting a dielectric parallel plate configures a waveguide. After joining a plurality of waveguides, a slot array 101 and a feeding circuit 102 are configured by transcribing apertures such as slots to the waveguides through the use of the photolithography technology, and after joining the slot array 101 and the feeding circuit 102, a high frequency circuit 103 with a multi-layered wiring structure is laminated onto the feeding circuit 102.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-156536

(P2001-156536A)

(43)公開日 平成13年6月8日(2001.6.8)

(51)Int.Cl.<sup>1</sup>  
H 01 Q 13/22  
H 01 P 3/12  
11/00  
H 01 Q 21/08

識別記号

F I  
H 01 Q 13/22  
H 01 P 3/12  
11/00  
H 01 Q 21/08

テマコード(参考)  
5 J 0 1 4  
5 J 0 2 1  
N 5 J 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平11-339218

(22)出願日

平成11年11月30日(1999.11.30)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 寒川 潤

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1  
号 松下技研株式会社内

(72)発明者 藤田 卓

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1  
号 松下技研株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

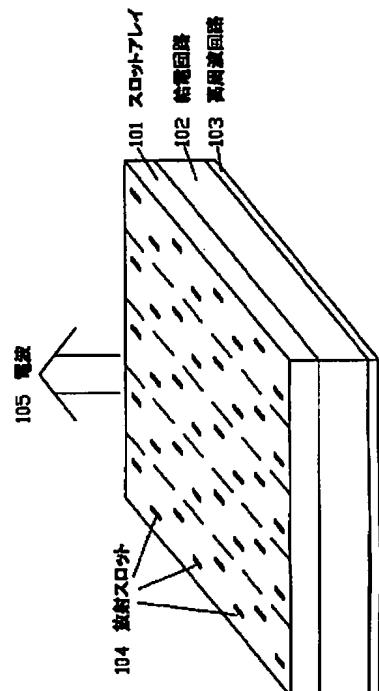
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スロットアレイアンテナ、導波管製造法および回路形成方法

(57)【要約】

【課題】 各種通信機器に使用されるアンテナにおいて高周波数においても高い加工精度と再現性、ならびに高効率なアンテナを実現し、信号処理回路とアンテナが一体化されたコンパクトなアンテナとその製造法を提供することを目的とする。

【解決手段】 誘電体平行平板を切断して得られる誘電体角材の表面に導体層を蒸着することによって導波管を構成し、それを複数本接合した後にフォトリソグラフィ技術を用いてスロット等の開口を転写することによってスロットアレイ101と給電回路102は構成され、スロットアレイ101と給電回路102を接合後、多層配線構造を有した高周波回路103を積層する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2次元スロットアレイと給電回路と信号処理回路を備え、前記スロットアレイと給電回路を構成する線路は導波管群であり、前記2次元スロットアレイ、前記給電回路、前記信号処理回路の順に一体化されたことを特徴とするスロットアレイアンテナ。

【請求項2】 信号処理回路から給電回路への電力伝送は、前記両回路を隔てる接地面に形成されたスロットを介した、前記両回路間の電磁界結合により実現されることを特徴とする請求項1記載のスロットアレイアンテナ。

【請求項3】 信号処理回路は、高周波回路と中間周波数回路とデジタル回路と電源回路から構成される請求項1記載のスロットアレイアンテナ。

【請求項4】 信号処理回路は多層配線構造を有した高周波回路であり、同路部品の前記高周波回路への実装はフリップチップ実装よりなされることを特徴とする請求項1記載のスロットアレイアンテナ。

【請求項5】 高周波回路は、ベンゾシクロブタンを塗布・焼成することによって形成される誘電体薄膜と、フォトリソグラフィ技術により回路パターンを転写した銅蒸着薄膜を交互に積層することによって構成される多層配線回路をあり、各々の回路層は貫通穴によって電気的導通が確保され、回路部品は多層配線の表面にある回路層においてフリップチップ実装されることを特徴とする請求項4記載のスロットアレイアンテナ。

【請求項6】 誘電体平行平板基板を平行に切断することによって1次元状基材を作成し、前記1次元状基材の表面を良導性の物質で覆うことにより導波管と同一作用を有する伝送線路を作成することを特徴とする導波管製造法。

【請求項7】 良導性の物質を用いて複数本の導波管を平行に接合することにより導波管アレイを構成し、その後フォトリソグラフィ技術を用いて前記導波管アレイ表面に回路形状を転写することを特徴とする回路形成方法。

【請求項8】 請求項7記載の導波管配線回路製造法により作成された導波管配線回路を複数層積層することによって構成された給電回路。

【請求項9】 2次元スロットアレイと給電回路を構成する導波管は請求項6記載の導波管製造法により作成され、前記2次元スロットアレイと前記給電回路は請求項7記載の導波管回路製造法により構成されることを特徴とする請求項1記載のスロットアレイアンテナ。

【請求項10】 誘電体は石英基板であることを特徴とした請求項9記載のスロットアレイアンテナ。

【請求項11】 誘電損失が低い誘電体材を導波管内に封入することによって、前記導波管内を伝播する電磁界の伝搬波長を空気中における電磁界の伝搬波長よりも短くし、不必要的放射指向性を抑圧したことを特徴とする

スロットアレイアンテナ。

【請求項12】 請求項1記載のスロットアレイアンテナを、送信、あるいは受信、あるいは送受信アンテナに使用したことを特徴とする障害物監視レーダ。

【請求項13】 請求項1記載のスロットアレイアンテナを、送信、あるいは受信、あるいは送受信アンテナに使用したことを特徴とする高速無線伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】 本発明は、高周波回路と一体化されたスロットアレイアンテナおよび導波管製造法および導波管の回路形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のスロットアレイアンテナは、例えばRichard C. Johnson編纂「Antenna Engineering Handbook third edition」ページ9-23のFIG. 9-18に記載されたものが知られている。ここで、図9を用いて従来のスロットアレイアンテナの構成について説明する。

【0003】 図9は従来のスロットアレイアンテナの概略構造を示している。図9においては分かり易さのため、スロットアレイアンテナの各構成要素に分解されて示されている。図9において、901は給電回路、902は導波管アレイ、903は放射スロットアレイ板、904はレドーム、905は結合用スロット、906は放射スロット、907はアンテナ入力端である。以下、各構成要素の構造について説明する。

【0004】 給電回路901はパイプ構造の導波管から構成される複雑な分岐回路であり、入力端907から入力された電力を必要に応じた電力分配比と位相差を形成しながら多数本の導波管に分配伝送する作用を有する。

【0005】 導波管アレイ902は一枚の金属板上に平行な多数の深溝が形成されており、上面を金属製の放射スロットアレイ板903が覆うことにより、導波管が平行に多数配置された導波管アレイ構造を実現する。

【0006】 放射スロット板903は、薄い金属板に矩形状開口である放射スロット906を多数設けることにより構成されている。放射特性などのアンテナ特性は放射スロット906の相対的な励振強度と位相差によって決定される。励振強度と位相は導波管に対する放射スロット906の相対位置で決定されるため、導波管アレイ902に対する放射スロット906の位置精度は高いものでなければならない。

【0007】 給電回路901から導波管アレイ902への電力伝送は、導波管アレイ902に貫通加工された結合用スロット905によりなされる。導波管アレイ902中の各導波管の相対的な励振分布と位相は、給電回路901、結合用スロット905、導波管アレイ902の各構成要素間の相対的位置により決定されるため、給電

回路901と結合用スロット905、及び導波管アレイ902に高い加工精度と組み立て精度が要求される。

【0008】以上の構成を有する従来のアンテナの動作原理について説明する。アンテナ入力端907に入力された電力は給電回路901を伝送しながら、結合用スロット905直前において必要とされる位相差と振幅比の複数の進行波に分配される。各進行波は、結合用スロット905によって更に整えられるとともに効率良く導波管アレイ902に導かれ、各導波管中で定在波を生成する。導波管内に励起された定在波によって放射スロット906は励振され、導波管中の電力を効率良く空間に放射し、スロットアレイアンテナとして動作する。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】スロットアレイアンテナは放射指向性などの所望のアンテナ特性を実現するため、各放射スロットから外界へ放射される電磁波の相対的強度と位相の高精度な制御が要求される。そのため、給電回路、導波管アレイ、放射スロットの各構成要素、並びに、結合用スロットと放射スロットの高精度加工が必要不可欠である。

【0010】ところで、近年、新規通信システムにおいて利用される周波数帯の高周波化が著しい。一般に、周波数が高くなるに従ってアンテナの製作には高い加工精度が必要とされるが、それはスロットアンテナにも当てはまり、導波管の寸法精度および導波管に対するスロットの位置精度に対して絶えず高い加工精度の実現が要求されている。例えば、車載用前方監視レーダで使用される7.8GHz帯においてスロットアレイアンテナを構成しようとすると、使用される導波管の断面サイズは縦1mm横2mmと小さくなり、従って導波管の側壁に形成されるスロット開口の加工精度は数10μm以下の精度が要求される。そのため、従来の機械加工では高性能なアンテナの実現が困難になってきている。

【0011】また、現在は、通信装置の携帯性・適用性などの市場要求によりアンテナを含む装置全体の小型・軽量化に拍車がかかり、物理的に大きな領域を占有するアンテナと高周波回路の小型・軽量化が必要とされている。そのうえ、高周波数帯で高性能な通信装置を実現するためには、アンテナと高周波回路を可能な限り隣接させることが必要不可欠である。

【0012】ところが、従来のスロットアレイアンテナの裏面には金属製の巨大な給電回路が存在するために大変大型で重量がある。更に、従来のスロットアレイアンテナは、アンテナと高周波回路は別体で構成され、通信装置として組み上げる段になって始めて両者は結合される。そのため、不必要的配線構造や結合部で発生する予期できない特性劣化が生じることがある。

【0013】そこで、本発明はフォトリソグラフィ技術とセラミック加工技術を応用し、スロットと導波管、及び導波管構成による給電回路の加工精度を飛躍的に向上

させるスロットアンテナ製造法を提供し、給電回路が小型に構成可能であり高周波回路と一体化したスロットアレイアンテナ構造を提供することによって上記課題を解決することを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためには、本発明は導波管アレイと給電回路と高周波回路を一体化したスロットアレイアンテナ構造を用いた。前記導波管アレイと前記給電回路は同一の基板を用いて構成され、前記基板は、低損失な誘電体平行平板基板を平行に裁断して断面が矩形状の誘電体基材を作成し、その表面に良導体薄膜を堆積して導波管と同様な作用を有する線路を構成し、これを複数本平行に接合することによって製造される。

【0015】また、前記導波管アレイは、フォトリソグラフィ技術により前記基板表面の適当な位置に放射スロットと給電回路との結合用スロットを一斉形成することにより構成され、また、前記給電回路は、フォトリソグラフィ技術により適当な位置に結合用スロットが形成された前記基板を1枚以上重ねることによって製造される。

【0016】さらに、高周波回路は、前記給電回路の裏面に直接構成され、高周波回路により信号処理された信号は前記給電回路上に形成されている結合用スロットを通じて直接給電回路に伝達される。なお、高周波回路は多層配線構造を有し放射損失の少ない線路構造を実現するとともに回路全体をコンパクトに構成して伝送損失の低減を図る。また、高周波回路への部品実装は高周波数帯において接続損失の少ないフリップチップ実装を用いて更なる低損失化を図る。

【0017】以上の構成と製造法を用いることにより、導波管の加工精度、及び、スロットの位置精度の飛躍的な向上と、アンテナと高周波回路との一体化が実現できるため、ミリ波帯においても小型軽量・高性能なスロットアレイアンテナが得られる。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図1から図8を用いて説明する。

【0019】(実施の形態1) 図1は本発明の高周波回路一体型スロットアレイアンテナの構造を示す概略構成図である。図1において、101はスロットアレイ、102は給電回路、103は高周波回路であり、本発明の高周波回路一体型スロットアレイアンテナは高周波回路105、給電回路104、スロットアレイ101の順に各構成要素が積層された構造を有している。また、104はスロットアレイ101上に構成された放射スロット、105は放射スロット104から発生する電波を表わす。

【0020】高周波回路103は、低周波数帯の入力信号を高周波数帯の送信信号に変換する作用を有する。高

周波回路103からの高周波信号は給電回路102に伝えられ、給電回路102において適当な電力分配比と位相差を有した複数の信号に分割される。分割後の高周波信号はスロットアレイ101に伝送され、放射スロット104を通して外界に電波105として放射される。

【0021】本発明は、従来では大型の構造体となっていたアンテナシステム全体を、高周波回路と給電回路とスロットアレイを一体化することによって小型化し、良好な携行性・搭載性を実現するとともに伝送線路長を短縮し、伝送損失が低い高性能なスロットアレイアンテナを提供する。また、本発明の特徴である低損失特性はアンテナ利得の向上をもたらし、特に伝送線路における損失が顕著となるミリ波帯において、アンテナを小型に構成することを可能にする。

【0022】なお、図1の説明では電波を放射する送信用アンテナとしての構成を示したが、高周波回路103を受信用あるいは送受共用の高周波回路にすることによって受信用あるいは送受共用アンテナとして動作することは言うまでもない。

【0023】また、図1の説明では、高周波回路103は高周波数帯と低周波数帯の周波数変換の作用をする構成を示したが、高周波回路103中にデジタル信号処理の作用などの信号処理系全ての作用を包含させる構成も可能であることは言うまでもない。

【0024】次に本発明におけるスロットアレイ101の詳細構造について図2を参照しながら説明する。図2はスロットアレイ101の詳細構造を示す概略構成図である。図2において、201は導波管、202は結合用スロットである。スロットアレイ101は、導電性の優れた接着剤を用いて導波管201を多数本平行に固定することによって構成される。導波管201の対向する2面は、それぞれ多数の放射スロット104と複数個の結合用スロット202が形成されている。

【0025】結合用スロット202は、図1記載の給電回路102とスロットアレイ101間の電力伝送作用を有する。すなわち、給電回路102からの信号をアンテナの放射特性の実現に必要な電力分配比と位相差を生成しつつ、各導波管201へ効率良く電力伝送する。

【0026】ここで、スロットアレイ101を構成する導波管201の詳細構造について以下に述べる。図3は本発明の導波管201の詳細構造を示した概略構成図である。図3において、301は誘電体、302は導体層である。

【0027】誘電体301は断面が矩形形状をした1次元状誘電体であり、その表面は滑らかに研磨されている。良導性の物質から成る導体層302は、導波管201内部を伝播する電磁波の周波数に依存する表皮深さ以上の膜厚で誘電体301表面を被覆しており、低い伝送損失を実現する。

【0028】従来では中空のパイプ状構造であった導波

管を、誘電体で充填された本発明の導波管構造をとることによって次の利点が生じる。

【0029】まず第1に、内部に誘電体が充填された導波管の伝搬波長は従来の導波管に比べ短くなるために、従来のスロットアンテナ特有の不必要なグレーティングロープの発生を抑圧することが可能である。通常のスロットアレイアンテナにおける放射スロットは、図3に示すように導波管の伝搬波長の1/2波長間隔で、導波管面に対して異なった位置に配置される。そのため、隣接した1対の放射スロットが伝搬波長の1波長間隔で繰り返す構造が生成される。中空パイプの導波管の伝搬波長は自由空間の伝搬波長に比べ長いため、伝搬波長1波長の繰り返し構造は不必要なグレーティングロープを発生させる原因となる。ところが、本発明における導波管内の伝搬波長は従来の導波管に比べ短くなるために、上記の繰り返し構造により発生するグレーティングロープをアンテナの可視領域外に位置させることができるとなる。

【0030】また、本発明における導波管201の第2の利点は従来構造の導波管に比べ、高い加工精度と量産性に富むことである。これを示すために、図4を参照しながら説明する。

【0031】図4は本発明におけるスロットアレイ101の製造過程を示す工程図である。

【0032】まず、工程(1)において、導波管201高さと同じ厚さを有する平行平板状の誘電体基板を平行に切断し誘電体301を作る。次に工程(2)において、良導性の物質で切断された誘電体301の表面を覆うことによって導体層302を形成し導波管201を作成する。そして、工程(3)において良導性の接着剤を用いて導波管201を複数本配列し固定し、導波管アレイ構造を作る。その後工程(4)において、導波管アレイの表面を研磨して表面を平坦化する。最後に工程(5)において研磨後の面にフォトリソグラフィ技術用いて放射スロット104と結合用スロット202を形成する。以上の工程によりスロットアレイ101を製造する。

【0033】ここで、工程(3)の後に、分厚く良導性の被覆膜を形成する中間工程を入れたり、あるいは、工程(2)で十分厚い導体層302を形成したり、あるいは、工程(3)において使用される良導性の接着剤で全体を被覆するなどして、十分な厚さの導体層を形成することが損失の少ないスロットアレイ101を構成する上で大切である。

【0034】図4で示したスロットアレイ101の製造過程は以下の点において優れる。

【0035】例えば、7.8GHz帯で使用される導波管断面のサイズは約1mm×2mmと小さくなるため、導波管内を伝播する電磁界の高精度な位相制御が必要となるスロットアレイアンテナにおいて、従来の中空パイプ構造の導波管と機械加工を用いての十分な加工精度の実

現は困難を極める。ところが、本発明における導波管の製造工程において、誘電体301の製造法が平行平板の切断のみであるために加工精度が非常に高く、各導波管201の特性の再現性は良好でかつ量産性に富む。ゆえに、本発明のスロットアレイ構成と製造工程を用いることによって、高性能なスロットアレイが大量に生産することが可能となる。

【0036】また、アンテナの放射指向性などのアンテナ特性を決定する放射スロットからの放射電磁界の振幅・位相精度は導波管と放射スロットの相対的位置により決定されるため、従来の機械加工に比べ遙かに高い描画精度を有するフォトリソグラフィ技術を利用することにより、本発明のスロットアレイの特性は大変再現性が高い上に量産性に富むという特徴を有する。

【0037】なお、工程(1)において誘電体301を誘電体平行平板から切断することによって形成すると述べたが、粉状セラミックを矩形上の鋸型に充填し加圧昇温することによって形成したり、粉状セラミック材料を高温で分解可能な樹脂などの結合材に混入し、焼成前に誘電体301と同様な形状の構造体を作成した後、加圧・加温工程を経ることにより製造することが可能であることは言うまでもない。

【0038】以上、スロットアレイ101の構造とその製造工程について述べた。次に、本発明の高周波回路一体型スロットアレイアンテナの構成要素である給電回路102の詳細構造について図5を参照しながら説明する。

【0039】図5は給電回路102の構成を示す概略構成図である。図5において、501は開口であり導波管201の上面の導体層302をほぼ全域取り除くことによって構成される。また、502は給電用スロットであり、高周波回路103からの電力を効率良く給電回路102に導く作用を有する。

【0040】本発明における給電回路102は、図4で述べたスロットアレイ101と同様な製造過程により作成される。すなわち、誘電体基板を裁断することによって誘電体角材を作り、その表面を導体膜で覆うことによって製作した導波管を多数本平行に配置し、それらを良導性の接着剤で結合して導波管アレイを作成する。そして導波管アレイ表面に、フォトリソグラフィ技術を用いて結合用スロット502と開口501をパターンニングすることにより給電回路102は作成される。その後、給電回路102と先述のスロットアレイ101は良導性の接着材などで結合され、開口501はスロットアレイ101下面にある結合用スロット202で覆われることになり導波管を形成する。

【0041】次に給電回路102の動作について述べる。給電用スロット502を通して信号が導波管201に伝えられると、導波管201上面には結合用スロット202があるために、導波管201内の電磁界はスロッ

10

トアレイ101を構成する全ての導波管201へ伝えられる。伝送された電磁界は、最終的に放射スロット104から外界へ向って放射される。

【0042】ここで、給電回路102は図5において3つの誘電体材から構成される例を示したが、図2で示したスロットアレイ101と同様の導波管アレイを用いても構成可能であることは言うまでもない。図4において、工程(4)まで、スロットアレイ101と全く同一の工程・材料・寸法で導波管アレイを作成し、工程

10

(5)においてスロットアレイ101用と給電回路102用のパターンニングに変えることによって給電回路102を作成する。この場合、導波管アレイを構成する導波管1本に開口501がパターンニングされることになる。

【0043】更に、図5で示した給電回路102は1層構造であったが、これを多層構造にして、より複雑な給電回路が構成可能であることは言うまでもない。以上、本発明の高周波回路一体型スロットアレイアンテナの給電回路について述べた。次に、本発明の高周波回路103について述べる。

20

【0044】図6は本発明の高周波回路一体型スロットアレイアンテナの構成要素である高周波回路103の層構造を示した概略構成図である。図6において、601はMMIC(Millimeter Monolithic IC), 602は多層配線, 603はVIAホール, 604はバンプである。高周波回路103は、給電回路102において給電用スロット502の形成された面に多層配線構造602を設けることによって形成されている。また、多層配線構造602の回路上へのMMICなどの回路部品の実装は、バンプ604を介して行われるいわゆるフリップチップ実装が用いられる。高周波回路103から給電回路102への信号の伝達は、給電用スロット502を介して高周波回路103の線路と導波管201を電磁界結合させることにより実現されている。

30

【0045】高周波回路103の構成にフリップチップ実装や多層配線構造を用いることによって以下の利点が生じる。高周波数帯において高効率な回路を実現する際に問題となるのが、伝送線路において発生する線路損失と、回路部品あるいは回路と回路の接続する際に発生する接続損失である。そこで、低損失な線路構造を実現するとともに可能な限り線路長を短くすることが必要である。本発明においては多層配線構造を用いることによって、伝送線路を接地導体で被覆し放射損失の少ない線路構造を実現するとともに、回路全体をコンパクトに構成して線路長を短くする。また、MMICなどの部品の実装には通常のワイヤボンディングよりも高周波数帯における接続損失の低いフリップチップ実装を用いて低損失化を実現している。

40

【0046】高周波回路103と給電回路102の結合

は、例えば、スロットアレイ101と給電回路102が接合された後に、液体状の誘電体材料の塗布と焼成によって誘電体薄膜を形成し、その上に金属箔膜による線路配線を構成するプロセスを複数回用いて直接給電回路102裏面に多層配線回路を構成する。そして最後にMMICなどの回路部品をフリップチップ実装する。その際、高周波回路だけではなく、IF(中間周波数)回路やデジタル回路、電源回路まで集積出来れば本発明のアンテナを用いた通信装置全体のコンパクト性も本発明の特徴の一つにすることができる。

【0047】以上、本発明における高周波回路103の構成について述べた。なお、図6においては多層配線構造を有した高周波回路103の構成例について説明したが、単層誘電体基板を用いた回路構成が可能であることは言うまでもない。また、多層配線を一旦セラミック基板上に構成し、その後良導性の接着剤を用いて、スロットアレイ101と一体化された給電回路102上に高周波回路を接合する構成が可能であることも言うまでもない。

【0048】以上本発明の高周波回路一体型スロットアレイアンテナの構造について述べた。本発明においては、低損失誘電体平行平板基板を平行に裁断して断面が矩形状の誘電体基材を作成し、その表面に良導体薄膜を堆積して導波管と同様な作用を有する伝送線路を構成し、これを複数本平行に接合することによって平面状の導波管アレイを製造する。スロットアレイと給電回路はフォトリソグラフィ技術により導波管アレイの適当な位置に放射スロットと給電回路との結合用スロットを形成することにより構成され、また、給電回路は、フォトリソグラフィ技術により適当な位置に結合用スロットが形成された前記基板を1枚以上重ねることによって製造される。さらに、多層配線構造を有する高周波回路は、前記給電回路の裏面に構成され、高周波回路により信号処理された信号は前記給電回路上に形成されている結合用スロットを通じて直接給電回路に伝達される。

【0049】以上の構成と製造法を用いることにより、導波管の加工精度、及び、スロットの位置精度の飛躍的な向上と、アンテナと高周波回路との一体化が実現できるため、ミリ波帯においても小型・軽量・高性能なスロットアレイアンテナが得られる。

【0050】(実施の形態2) 図7は、本発明の高周波回路一体型スロットアレイアンテナを用いた衝突防止レーダの動作を示した概略構成図である。図7において、701は本発明のスロットアレイアンテナ、702は自動車、703はミリ波である。

【0051】本発明の衝突防止レーダの動作について以下に述べる。

【0052】本発明のスロットアンテナ701からミリ波702を自動車の前方・側方・後方に放射し、衝突の可能性がある障害物を位置・速度検知するとともに運転

者への警告、ならびに自動車の自動制御による回避を行なう。また、自動車に搭載された本発明のスロットアレイアンテナ701は他の自動車間、道路に固定されたアンテナとのミリ波を通した通信が可能であり、ミリ波特有の通信エリアの狭域性と高速伝送を用いた通信網を構築することが可能である。

【0053】(実施の形態3) 図8は、本発明のスロットアレイアンテナを用いた高速無線LANの構成を示した概略構成図である。図8において、801は家電・音響映像機器、802はコンピューター、803はOA機器、805は本発明のスロットアレイアンテナであり全て室内806に設置されている。また、807は基地局であり屋外に設置されている。

【0054】家電・音響映像機器801とコンピュータ802とOA機器803は各々直接装置間で相互通信が可能であるが、室内806に設置された本発明のスロットアレイアンテナ805を通して相互に通信回線が形成されている。また、室内806の全ての機器群は、屋外にある基地局807と本発明のスロットアレイアンテナ805を介して高速通信回線が引かれており、室外との高速な情報収集・発信が可能である。

【0055】  
【実施例】次に、本発明の具体例を説明する。  
【0056】(実施例1) 以下、本発明の高周波回路一体型スロットアレイアンテナの第1の実施例について説明する。第1の実施例においては、図2で説明したスロットアレイ101と図5で説明した給電回路は全て石英基板から作成されている。

【0057】図4で説明したプロセスを辿って以下にその作成法を説明する。まず、厚さ $650\mu\text{m}$ の石英基板を平行に、幅 $1300\mu\text{m}$ の幅で裁断する。裁断された石英棒の表面に真空蒸着によって銅薄膜を形成し、それを電極として $1\mu\text{m}$ 以上の銅厚膜を電解メッキして石英棒を軸とした導波管を作成する。次に導波管を平行に配置し短辺同士を低温半田で接合する。その後、表面を研磨し平坦化する。そして最後に、感光性のレジストを塗布し、そこに放射スロットや結合用スロットあるいは給電回路用の給電スロットや開口を光学転写し、それを転写マスクとして表面の銅厚膜を石英棒表面まで貫通エッチングすることにより、スロットアレイ101と給電回路102を各々作成する。

【0058】給電回路102とスロットアレイ101を低温半田などで接合した後、給電回路102の表面に、BCB(Benzocyclobutene)を塗布し、VIAホールなどの導通穴加工を施し、更にその上に $1\mu\text{m}$ の銅薄膜を堆積し回路パターンをエッチングする。この工程を複数回繰り返し、給電回路102表面に多層配線構造を有した高周波回路を形成する。そして最後にMMICやその他の回路部品をフリップチップ実装し、高周波回路全体の動作が確認できたら、他の基板上に製

作されたIF回路とデジタル回路、並びに電源回路を搭載し、第1の実施例における高周波回路一体型スロットアンテナは完成する。

【0059】本実施例においては誘電体材として石英基板を用いたが、これは78GHzにおいて誘電率が3.8程度と比較的低い上に、伝送損失の原因となる誘電体損失が0.0004程度と大変低いためである。

【0060】さて、従来の導波管、すなわち米国規格におけるWR-10導波管において、管内電磁界の伝搬波長は78GHzにおいて5.9mmとなる。図3において説明したように、隣り合う放射スロットは伝搬波長の1/2の間隔で配置されるが、放射スロットの幾何学的配置は2つの放射スロットが対となった1波長の繰り返し構造になる。そこで、従来の導波管を用いてスロットアンテナを構成すると、スロットの繰り返し構造は5.9mmとなり、自由空間での波長3.85mmを超えるため、不必要的方向への電波の放射が現れることになる。例えばスロットアレイの法線方向にアンテナの電磁界最大放射方向が一致している場合、従来の導波管を用いると法線から±11°の角度方向にも電磁界放射の強い方向が現れる。ところが、本実施例においては石英基板を用いているために、管内の伝搬波長は3.0mmとなり、法線方向から±90°の角度範囲には先述の電磁界放射は生じ得ない。

【0061】また、従来の導波管へスロット加工を施した場合にはパイプ肉厚が厚いために、スロット開口幅に比較して比較的深い穴加工となる。この場合、スロットが単純な開口と見なせなくなるためアンテナ設計が大変困難になる。ところが、本実施例においては、スロット穴深さは銅厚膜と等しく、78GHzにおける表皮深さ0.5μm程度まで銅膜厚を薄く出来るために上記問題は解消される。

【0062】更に、高周波数帯になればなるほど導波管配線による給電回路や導波管アレイ構造は従来の導波管を用いての製作が難しく、量産性・廉価性の実現は困難になることが予想される。ところが、本実施例は、石英の平行平板の切断と接合、ならびに半導体の作成に従来より使用されているプロセスを用いるため、量産性と再\*

\*現性が期待できる。

【0063】ここで最後に本実施例における加工精度について言及する。例えば、直径4インチの石英基板の平行度は±1.5μm以下であり、基板の切断精度は±1.0μm以下であるため、導波管加工精度は±1.5μメートルが実現できる。また、スロットの描画精度は全面にわたり±1μm以下が実現可能である。この加工精度はスロットアレイアンテナの放射指向性特性の不明瞭を無くし、より高い再現性が得られるものである。

10 【0064】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、導波管給電型スロットアレイアンテナの作成においてミリ波帯においても十分な加工精度を実現でき、また、大量生産を可能にする。更に、高周波回路とスロットアレイアンテナの一体化が実現されるため、アンテナを含む装置全体を小型・軽量化できるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高周波回路一体型スロットアレイアンテナの構造を示す斜視図

20 【図2】図1のスロットアレイの詳細構造を示す斜視図  
【図3】図2の導波管の詳細構造を示した斜視図  
【図4】本発明におけるスロットアレイの製造過程を示す工程図

【図5】図1の給電回路の構成を示す斜視図

【図6】図1の高周波回路の層構造を示した断面図

【図7】本発明の高周波回路一体型スロットアレイアンテナを用いた衝突防止レーダの動作を説明する概略構成図

30 【図8】本発明のスロットアレイアンテナを用いた高速無線LANの動作を説明する概略構成図  
【図9】従来のスロットアレイアンテナの構造を示す分解斜視図

【符号の説明】

101 スロットアレイ

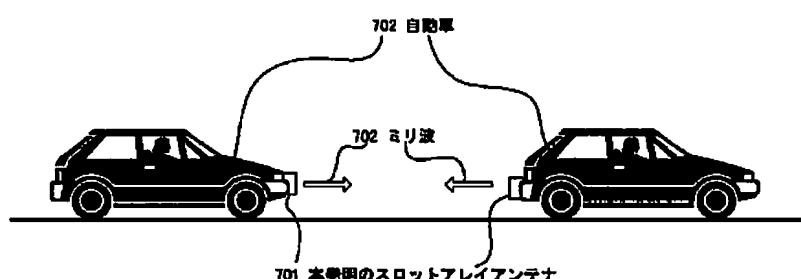
102 給電回路

103 高周波回路

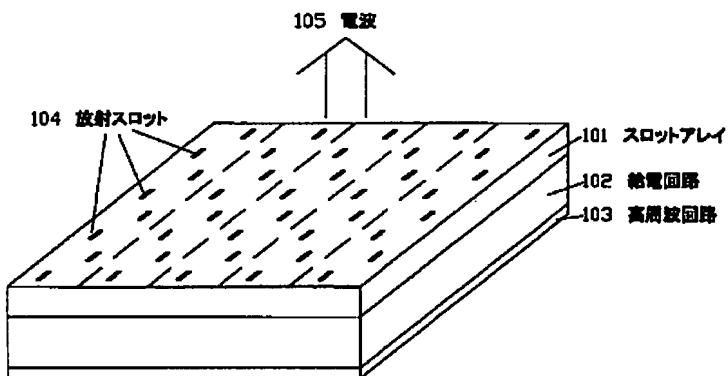
104 放射スロット

105 電波

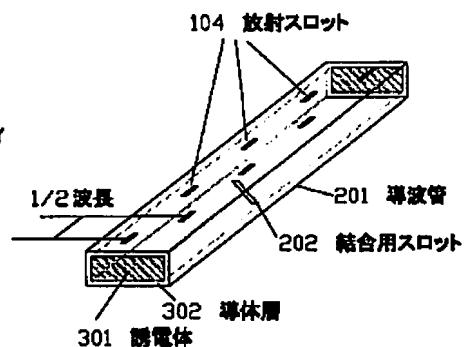
【図7】



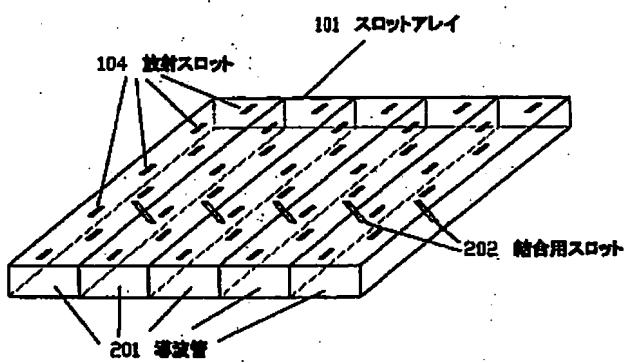
【図1】



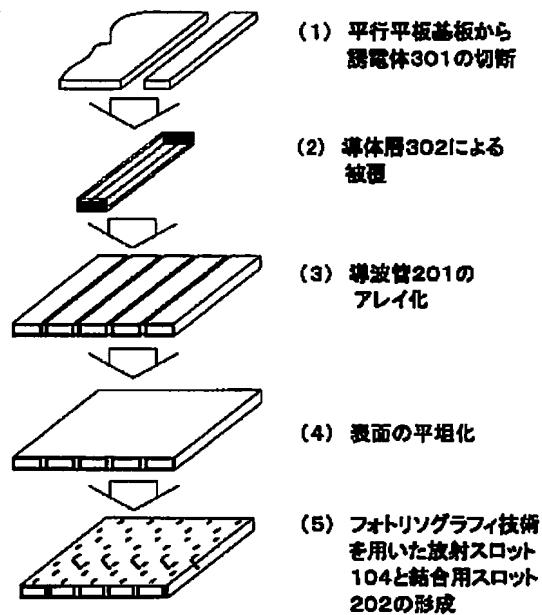
【図3】



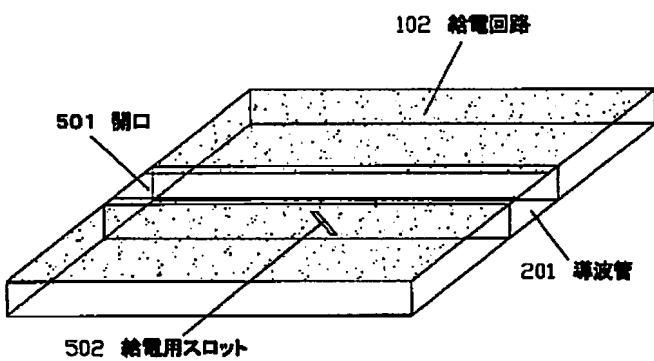
【図2】



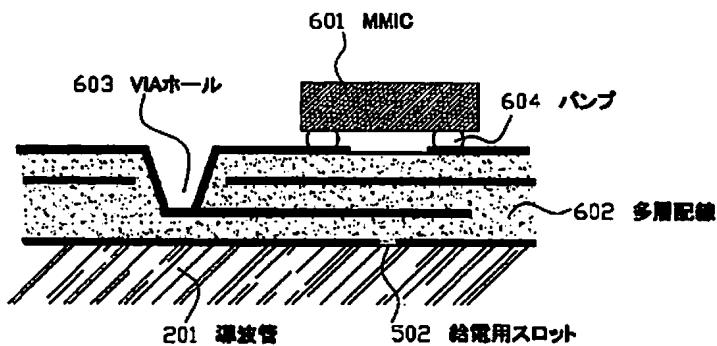
【図4】



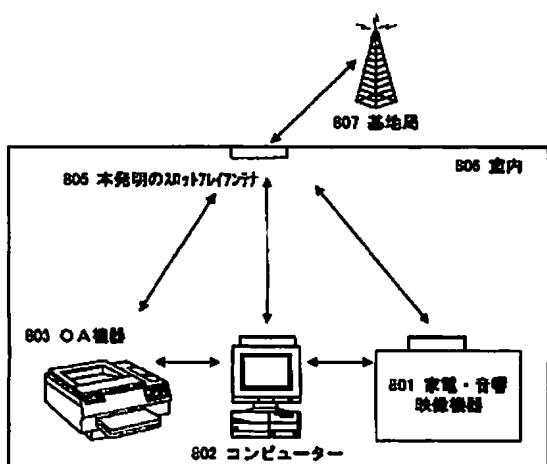
【図5】



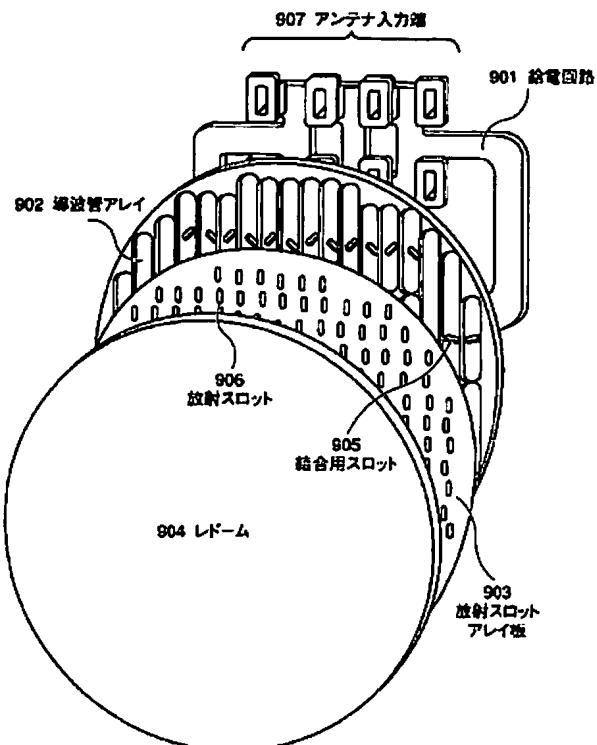
【図6】



【図8】



【図9】




---

フロントページの続き

(72)発明者 高橋 和晃  
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1  
号 松下技研株式会社内

Fターム(参考) 5J014 DA06  
5J021 AA05 AA06 AA11 AB05 CA03  
DB01 EA02 HA04 HA10  
5J045 AB05 DA04 EA06 HA03 JA01  
LA01 MA04 NA07